



Kurt Leonhartsberger; Susanne Schidler; Mauro Peppoloni

Analyse des Potenzials dezentraler PV-Heimspeichersysteme zum Ausgleich von Fahrplanabweichungen

116 – Energy, Environment & Transportation

Abstract

Im Forschungsprojekt „MBS+“ (FFG-Nummer 853674) beschäftigt sich ein interdisziplinäres Forscherteam unter der Leitung der FH Technikum Wien mit ausgewählten Fragestellungen hinsichtlich einer bedarfsgerechten, externen Nutzung von privaten Heimspeichersystemen. Dabei wird ein Konzept für ein dezentral organisiertes Batteriespeicher-Netzwerk entwickelt, das eine Nutzung von Heimspeichersystemen durch ausgewählte Stakeholder für unterschiedliche netz- und systemdienliche Anwendungen außerhalb der bestehenden Marktmechanismen ermöglicht. Wesentliche Bestandteile sind dabei die Evaluierung des energietechnischen sowie des gesellschaftlichen Potenzials. Ein entscheidender Erfolgsfaktor bei der Umsetzung einer systemdienlichen Nutzung von Heimspeichersystemen ist die Bereitschaft der BetreiberInnen, externe Zugriffe durch Dritte z. B. durch Bilanzgruppenverantwortliche oder NetzbetreiberInnen zuzulassen. Um diese Bereitschaft zu erheben, wurde eine Online-Befragung durchgeführt. Diese zeigt, dass das Potenzial aktuelle und zukünftige HeimspeicherbetreiberInnen für die Teilnahme an einem Heimspeichernetzwerk zu gewinnen, bei geeigneten Rahmenbedingungen durchaus gegeben ist. Um eine erfolgreiche Implementierung zu garantieren, wird sich die Ausgestaltung dieser Rahmenbedingungen jedoch eng an den Bedürfnissen der BetreiberInnen orientieren müssen. Um das energietechnische Potenzial eines solchen Heimspeichernetzwerks zur Reduktion von Fahrplanabweichungen zu ermitteln, wurden in einem ersten Schritt die Zusammenhänge zwischen dem Regelzonendelta und ausgewählten Kenngrößen des Heimspeichernetzwerks analysiert. Die Untersuchung erfolgte dabei für eine fiktive Bilanzgruppe, deren Abweichung zu jeder Viertelstunde der Abweichung der APG Regelzone entspricht. Dabei konnte unter anderem eine Korrelation zwischen dem aggregierten Speicherladestand und einer Über- bzw. Unterdeckung der Regelzone festgestellt werden. Ein vor allem aus ökonomischer Sicht relevanter Zusammenhang zwischen der Größe des Regelzonendeltas und dem Ladestand der Heimspeichersysteme war nicht erkennbar. Zusammenfassend kann basierend auf den bisherigen Untersuchungsergebnissen festgehalten werden, dass ein dezentral organisiertes Heimspeichernetzwerk sowohl unter energietechnischen als auch gesellschaftlichen Gesichtspunkten durchaus Potenzial für netz- bzw. systemdienliche Anwendungen aufweisen kann. Um die bisher vorliegenden Ergebnisse entsprechend abzusichern bzw. zusätzliche Erkenntnisse - insbesondere hinsichtlich der (finanziellen) Auswirkungen auf Bilanzgruppe und BetreiberInnen - zu erhalten, werden daher weitere, umfangreiche Untersuchungen empfohlen

Keywords:

Heimspeichersysteme, Ausgleichsenergie, Fahrplanabweichungen, NutzerInnenbefragung

Einleitung und Hintergrund

Sinkende Preise und attraktive Förderungen, in Verbindung mit dem immer stärker werdenden Wunsch nach privater Energieautarkie treiben eine Entwicklung an, die dezentrale Batteriespeichersysteme zu einer Massenapplikation werden lassen. In Deutschland wurden seit Beginn der Speicherförderung durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) im Jahr 2013 bereits 19.000 dezentrale Solarstromspeicher gefördert und weitere 15.000 Heimspeichersysteme ohne Förderung errichtet. In Summe kann daher davon ausgegangen werden, dass bis Ende Jänner 2016 rund 34.000 Speichersysteme mit einer kumulierten nutzbaren Speicherkapazität von über 200 MWh im deutschen Niederspannungsnetz installiert wurden (Kairies et. al. 2016). In Österreich wurden laut einer Erhebung des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie bis Ende 2015 etwa 2.000 Heimspeichersysteme in Betrieb genommen.¹

Dass Heimspeichersysteme in Kombination mit PV-Anlagen nicht automatisch einen netz- und/oder systemdienlichen Beitrag leisten, zeigt das Fraunhofer ISE im Rahmen der „Speicherstudie 2013“ (Hollinger 2013). Werden Speicher ausschließlich zur Maximierung des Eigenverbrauchanteils eingesetzt und dahingehend konventionell bewirtschaftet (siehe Abbildung 1 links), wird die PV-Erzeugungsspitze um die Mittagszeit weiterhin in vollem Umfang in das Netz eingespeist. Eine Entlastung des Stromnetzes ist jedoch nur gegeben, wenn die maximale PV-Einspeiseleistung an die Situation des Stromnetzes angepasst wird und die Einspeisung von Erzeugungsspitzen zu netzkritischen Zeiten zuverlässig unterbunden wird.

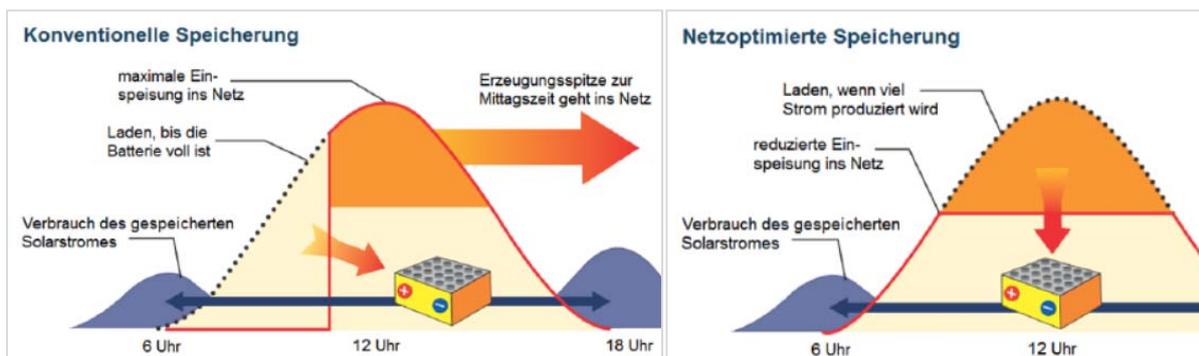


Abbildung 1: Gegenüberstellung der konventionellen (links) und der netzdienlichen Betriebsführung (rechts) (Bundesverband Solar e. V. 2013)

Neben der Reduktion von PV-Erzeugungsspitzen gibt es noch weitere Möglichkeiten wie Heimspeichersysteme einen netz- und/oder systemdienlichen Beitrag leisten können. Beispielhaft erwähnt seien hier die Glättung von Lastspitzen, die Reduktion von Fahrplanabweichungen durch den Bilanzgruppenverantwortlichen oder die Entlastung des Stromnetzes durch bedarfsgerechte Be- und Entladung des Speichers durch den Netzbetreiber. Nicht immer lässt sich jedoch unmittelbar vor Ort auf Basis der lokal verfügbaren Informationen zuverlässig erkennen, welches Verhalten zu einem bestimmten Zeitpunkt netz- bzw. systemdienlich ist. Damit Heimspeichersysteme dennoch bedarfsgerecht netz- und systemdienlich bewirtschaftet werden können, bedarf es daher zusätzlicher Informationen bzw. Vorgaben einer

¹ Umfrage erfolgte im Rahmen der Erstellung von (Biermayr et. al. 2016)

übergeordneten Instanz z. B. des Netzbetreibers. Unabhängig davon, ob diese externen Vorgaben verpflichtend oder unverbindlich sind, ermöglicht dies eine koordinierte Vorgehensweise, die in der Regel effizienter ist als nicht aufeinander abgestimmte, isolierte Aktionen (Schwalbe et. al. 2015).

Im Forschungsprojekt „MBS+“ (FFG-Nummer 853674) beschäftigt sich ein interdisziplinäres Forscherteam unter der Leitung der FH Technikum Wien mit ausgewählten Fragestellungen hinsichtlich einer solchen bedarfsgerechten, externen Nutzung von privaten Heimspeichersystemen. Dabei wird ein Konzept für ein dezentral organisiertes Batteriespeicher-Netzwerk entwickelt, das eine Nutzung von Heimspeichersystemen durch ausgewählte Stakeholder für unterschiedliche netz- und systemdienliche Anwendungen außerhalb der bestehenden Marktmechanismen ermöglicht. Wesentliche Bestandteile sind dabei die Evaluierung des energietechnischen sowie des gesellschaftlichen Potenzials.

Energietechnisches Potenzial

Das energietechnische Potenzial eines solchen Heimspeichernetzwerks wird dabei für den konkreten Anwendungsfall „Einsatz von Heimspeichersystemen zur Reduktion von Fahrplanabweichungen in einer Bilanzgruppe“ evaluiert. Die Untersuchung erfolgt dabei für eine fiktive Bilanzgruppe, deren Abweichung zu jeder Viertelstunde der Abweichung der APG Regelzone entspricht. Um das damit verbundene Potenzial zu ermitteln, wurde ein entsprechendes Modell in MatLab entwickelt. Als Eingangsdaten dienen unter anderem 89 gemessene, anonymisierte Erzeugungs- und Lastprofile (im 15 min Intervall) ausgewählter Verbraucher (Haushalte und Gewerbebetriebe), die bereits ein Heimspeichersystem besitzen, sowie das Regelzonendelta der Regelzone APG für den Zeitraum Oktober 2015 bis September 2016.

In Summe verfügen diese 89 Verbraucher über eine aggregierte Speichernutzkapazität von 602 kWh sowie eine installierte PV-Nennleistung von 610 kWpeak. Die durchschnittliche Speichergröße (Nutzkapazität) beträgt somit 6,76 kWh (Median: 8 kWh), die durchschnittliche installierte PV-Nennleistung 6,85 kWpeak (Median 6 kWpeak). Der Jahresverbrauch liegt im Schnitt bei 7.075 kWh. Weitere Informationen sind in Abbildung 2 ersichtlich, in welcher ausgewählte Parameter der für die Potenzialabschätzung ausgewählten 89 Verbraucher, jeweils aufsteigend nach Größe geordnet, dargestellt sind.

Um das energietechnische Potenzial eines solchen Heimspeichernetzwerks zur Reduktion von Fahrplanabweichungen zu ermitteln, wurde in einem ersten Schritt eine statische Potenzialabschätzung durchgeführt. Dabei wurden die Zusammenhänge zwischen dem Regelzonendelta (Richtung, Größe) und ausgewählten Kenngrößen des Heimspeichernetzwerks analysiert.

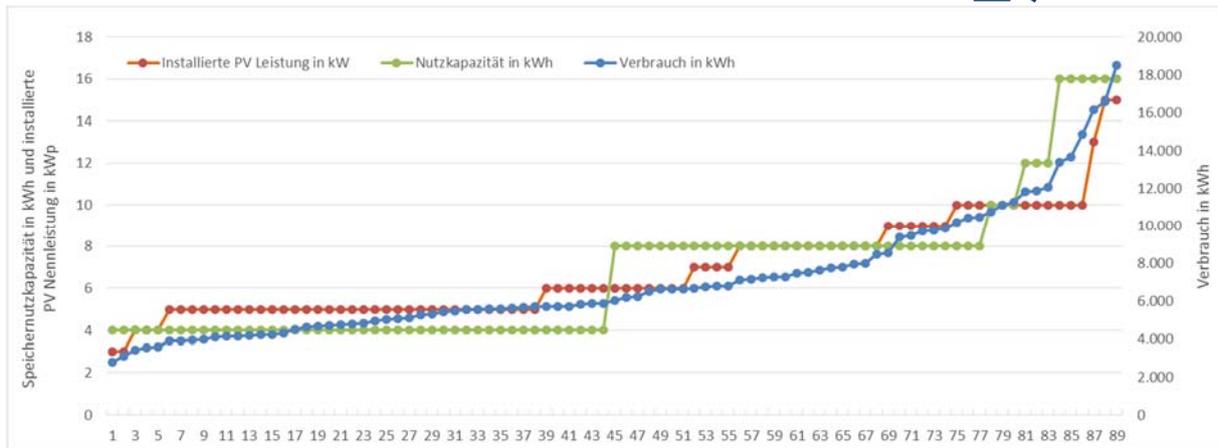


Abbildung 2: Speichernutzkapazität, PV Nennleistung und Verbrauch der für die Potenzialabschätzung ausgewählten 89 Verbraucher, jeweils aufsteigend nach der Größe geordnet (eigene Darstellung)

Über den gesamten Projektzeitraum (10/2015 bis 09/2016) war die Regelzone zu 53,99 % der Zeit unterdeckt und die restliche Zeit (46,01 %) überdeckt. Betrachtet man nun ausschließlich jene Zeiträume in denen die Heimspeichersysteme in Summe mindestens zu einem bestimmten Grad geladen waren, verändert sich dieses Verhältnis, wie in Abbildung 3 ersichtlich. Je höher der aggregierte Speicherladestand, desto häufiger ist die Regelzone unterdeckt bzw. desto seltener überdeckt. Betrug der aggregierte Ladestand aller Heimspeicher z. B. mehr als 80 % der Nutzkapazität, war die Regelzone zu 59,95 % der Zeit unterdeckt (+5,96 Prozentpunkte bzw. 11 %) bzw. zu 40,05 % der Zeit überdeckt. Für die Bereitstellung von Ausgleichsenergie wirkt sich diese Korrelation insofern positiv aus, als die Regelzone statistisch gesehen häufiger Energie in Zeiträumen benötigt, in denen die Heimspeichersysteme zumindest teilgeladen sind und bei Bedarf entladen werden können.

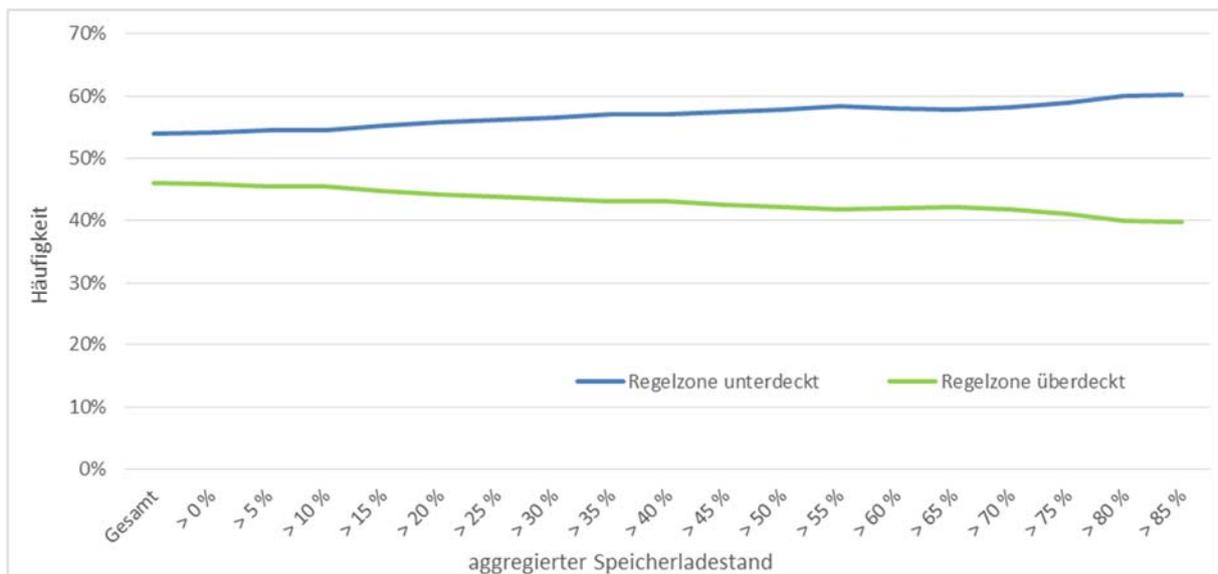


Abbildung 3: Korrelation zwischen dem aggregierten Speicherladestand und dem Regelzonendelta (eigene Darstellung)

Bestätigt wird dieser Zusammenhang auch bei der Betrachtung des durchschnittlichen Speicherladestands. Ist die Regelzone unterdeckt, beträgt der aggregierte Speicherladestand der betrachteten Heimspeichersysteme im Schnitt 28,54 %. Das bedeutet, dass statistisch gesehen zu jedem Zeitpunkt unabhängig von der Größe des Regelzonendeltas 28,54 % der installierten Speichernutzkapazität zur Verfügung stehen und bei Bedarf entladen werden können (ohne Berücksichtigung der Entladeleistung sowie haushaltsinterner Vorgänge). Im Vergleich dazu liegt der aggregierte Speicherladestand bei 26,46 % (bezogen auf die Nutzkapazität), wenn die Regelzone überdeckt ist. Damit stehen im Schnitt 73,54 % der Nutzkapazität zur Verfügung um überschüssige Energie zwischen zu speichern. In Perioden in denen die Regelzone Energie benötigt, liegt der aggregierte Speicherladestand im Schnitt um 2 Prozentpunkte (bzw. 7,8 %) höher, als in Perioden, in denen die Regelzone überdeckt ist.

Ökonomisches Potenzial

Ein wesentlicher Aspekt bei einer möglichen Erschließung des technischen Potenzials sind die finanziellen Auswirkungen auf den/die SpeicherbetreiberIn. Diesbezüglich sind einerseits die aufgrund der zusätzlichen Speichernutzung verkürzte Lebensdauer des Speichers sowie zusätzliche Kosten bzw. entgangene Erlöse aufgrund der externen Nutzung zu nennen. Zusätzliche Kosten können entstehen, wenn der Heimspeicher aus dem Netz geladen wird. Gibt es für eine vom Bilanzgruppenverantwortlichen angeordnete netz- und/oder systemdienliche Beladung keinen speziellen Tarif des Stromanbieters, muss der volle Preis entrichtet werden. Selbst wenn die gespeicherte Energie zeitnah verbraucht wird, kann aufgrund der Umwandlungsverluste nicht die gesamte bezogene und bezahlte Energie genutzt werden. Spezielle Tarife für eine netz- und oder systemdienliche Speicherbewirtschaftung können hier Abhilfe schaffen, können jedoch unter Umständen auch einen 2. Stromzähler erforderlich machen.

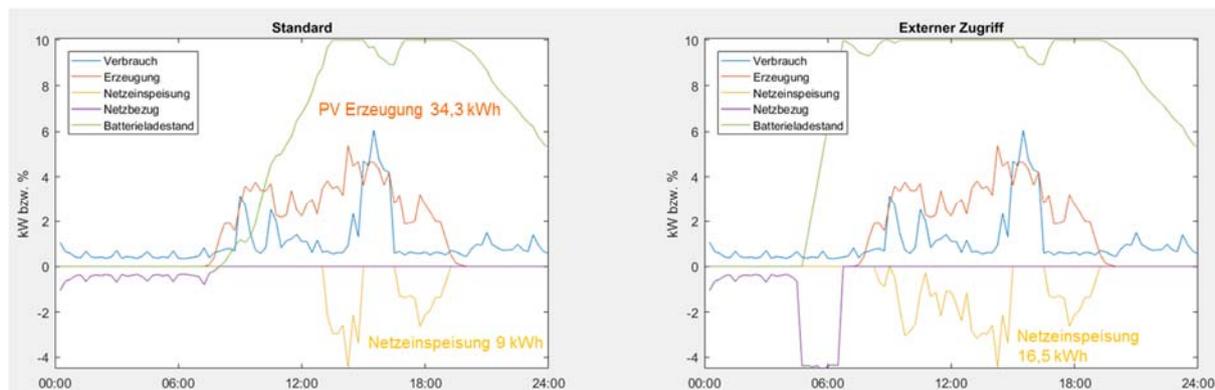


Abbildung 4: Beispielhafter Tagesverlauf unterschiedlicher Kenngrößen bei einer eigenbedarfsoptimierten Bewirtschaftung an einem sonnigen Tag (links) bzw. Auswirkungen einer externen Speicherbeladung in den Morgenstunden (rechts) (eigene Darstellung)

Eine netz- und/oder systemdienliche Bewirtschaftung kann jedoch nicht nur zu zusätzlichen Kosten führen, sondern auch die PV-Erlöse reduzieren. Abbildung zeigt die möglichen Auswirkungen einer externen Beladung eines Heimspeichers in den Morgenstunden eines sonnigen Tages. Während in der linken Abbildung kein externer Eingriff erfolgt und nur 9 kWh der PV-Tageserzeugung von 34,4 kWh ins Stromnetz eingespeist werden müssen, ist dieser Anteil in der rechten Abbildung als direkte Folge der externen Speicherbeladung mit 16,5 kWh deutlich höher. Da die durchschnittliche, nicht geförderte Einspeisevergütung mit etwa 7 Cent/kWh deutlich unter den Opportunitätskosten für den Eigenverbrauch in Höhe von 20,1 Cent/kWh liegen, führt die erhöhte PV-Einspeisung unmittelbar zu einem Erlösentgang (Biermayr et. al. 2016).

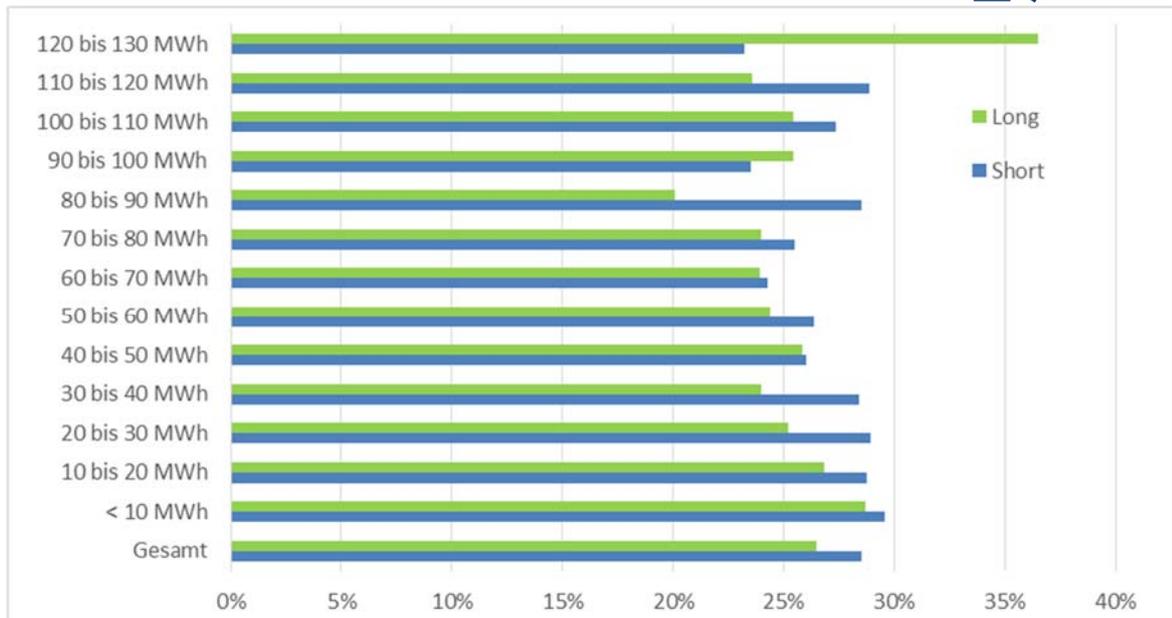


Abbildung 5: Aggregierter Speicherladestand in % bezogen auf die Nutzkapazität in Relation zur Größe des Regelzonendeltas (eigene Darstellung)

Aus wirtschaftlicher Sicht sind daher besonders jene Zeiträume interessant, in den es zu einer überdurchschnittlich großen Über- oder Unterdeckung der Regelzone und damit verbunden einem hohen Ausgleichsenergiepreis kommt. Analysiert man nun den Zusammenhang zwischen der Größe des Regelzonendeltas und dem Ladestand der Speichersysteme, kann man folgendes erkennen: Je nach Größe des Regelzonendeltas variiert der Speicherladestand, wie in Abbildung ersichtlich, zwischen 23,21 und 29,58 % (Regelzone unterdeckt) bzw. 20,07 und 36,47 % (Regelzone überdeckt). Ein direkter Zusammenhang zwischen der Größe des Regelzonendeltas und dem Ladestand der Heimspeichersysteme ist jedoch weder bei einer Über- noch bei einer Unterdeckung erkennbar.

Gesellschaftliches Potenzial

Ein wesentlicher Einflussfaktor auf die Möglichkeiten zur Etablierung einer systemdienlichen Nutzung von Heimspeichersystemen ist die Bereitschaft der BetreiberInnen, externe Zugriffe durch Dritte z. B. durch Bilanzgruppenverantwortliche oder NetzbetreiberInnen zuzulassen. Um diese Bereitschaft bei der Potenzialabschätzung berücksichtigen zu können, wurde ein Online-Fragebogen erstellt. Fragen zu Motivation, Bereitschaft, Chancen und Risiken sowie notwendigen Rahmenbedingungen zur Teilnahme an einem netzdienlichen Heimspeichernetzwerk sollten Aufschluss über das gesellschaftliche Potenzial geben. Die vorgegebenen Antwortmöglichkeiten konnten als „sehr wichtig“, „wichtig“, „weniger wichtig“ oder „unwichtig“ eingestuft werden. In den folgenden Abbildungen sind die Einschätzungen „sehr wichtig“ und „wichtig“ jeweils zusammengefasst. Die vollständige Bearbeitung des Fragebogens dauerte ca. 15 Minuten.

Die TeilnehmerInnen wurden mit Unterstützung der Landesförderstellen Wien und der Steiermark sowie dem Klima- und Energiefonds aktiv rekrutiert. Dabei wurden knapp 20.000 BetreiberInnen von PV-Anlagen mit und ohne Heimspeicher per E-Mail oder Brief informiert und um Teilnahme an der Befragung gebeten. Innerhalb von 3 Wochen konnten so annähernd 2.300 Rückmeldungen (11,2 %) ausgewertet werden, darunter 257 von Personen, die bereits einen Heimspeicher besitzen. Die Auswertung erfolgte in einem ersten Schritt direkt auf Basis der Antworten, in einem zweiten Schritt werden die einzelnen Fragen mittels SPSS ins Verhältnis gesetzt werden.

Wie in Abbildung 6 ersichtlich, geben etwa 10 % der Befragten an, sich ohne weitere Bedingungen an einem netz- und/oder systemdienlichen Heimspeichernetzwerk beteiligen zu wollen und die damit verbundenen externen Eingriffe zu akzeptieren. Nur etwa 15 % der Befragten stehen einer solchen Maßnahme von vornherein ablehnend gegenüber. Dass die größte Personengruppe (75 %) einer Teilnahme grundsätzlich positiv gegenübersteht, ihre Teilnahme jedoch an bestimmte vertragliche Rahmenbedingungen knüpft, zeigt, dass sich die Befragten der möglichen Einschränkungen, die eine solche Teilnahme mit sich bringen kann, bewusst sind. Das bedeutet auch, dass die Gestaltung dieser Rahmenbedingungen ein wesentliches Erfolgskriterium darstellt und daher über Erfolg oder Misserfolg einer solchen Maßnahme entscheidet.

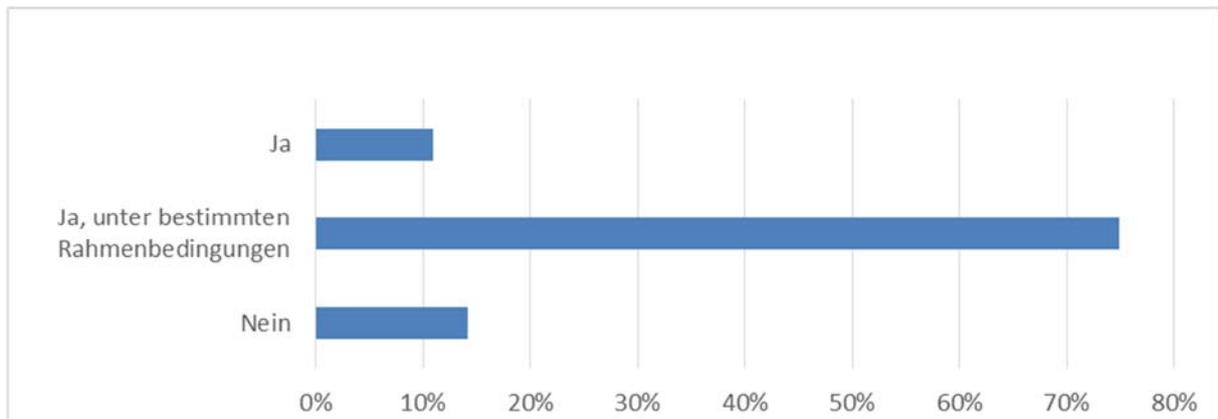


Abbildung 6: Bereitschaft von PV- und HeimspeicherbetreiberInnen externe Zugriffe z. B. durch den/die NetzbetreiberIn zu akzeptieren (n=2.299) Quelle: eigene Darstellung

Resümee und Ausblick

Zusammenfassend kann basierend auf den bisherigen Untersuchungsergebnissen festgehalten werden, dass ein dezentral organisiertes Heimspeichernetzwerk sowohl unter energietechnischen als auch gesellschaftlichen Gesichtspunkten durchaus Potenzial für netz- bzw. systemdienliche Anwendungen aufweisen kann.

Die NutzerInnenbefragung hat gezeigt, dass das Potenzial aktuelle und zukünftige HeimspeicherbetreiberInnen für die Teilnahme an einem Heimspeichernetzwerk zu gewinnen, bei geeigneten Rahmenbedingungen durchaus gegeben ist. Um eine erfolgreiche Implementierung zu garantieren, wird sich die Ausgestaltung dieser Rahmenbedingungen jedoch eng an den Bedürfnissen der BetreiberInnen orientieren müssen. Dazu werden in den nächsten Schritten neben einer tieferen Analyse der Befragungsergebnisse auch die konkreten (finanziellen) Auswirkungen auf den/die BetreiberIn als Grundlage für mögliche Entschädigungsmodelle ermittelt.

Auch aus energietechnischer Sicht sind die bisherigen Untersuchungsergebnisse durchaus vielversprechend. Vor allem die gezeigte Korrelation zwischen dem aggregierten Ladestand der betrachteten Heimspeichersysteme und einer Über- oder Unterdeckung der Regelzone legt nahe, dass Heimspeichernetzwerke aus energietechnischer Sicht einen relevanten Beitrag zur Reduktion von Fahrplanabweichungen leisten können. Zu beachten ist jedoch, dass die vorliegenden Ergebnisse auf einer Stichprobe von 89 gemessenen Datensätzen eines einzigen Anbieters von Heimspeichersystemen beruhen. Inwieweit diese repräsentativ für die Gesamtheit sind, lässt sich nur schwer abschätzen. Um die bisher vorliegenden Ergebnisse entsprechend abzusichern bzw. zusätzliche Erkenntnisse - insbesondere hinsichtlich der (finanziellen) Auswirkungen auf Bilanzgruppe und BetreiberInnen - zu erhalten, werden daher weitere, umfangreiche Untersuchungen als sinnvoll erachtet.

Literaturverzeichnis

Kairies, K., Haberschusz, D., Ouwerkerk, J., Strebel, J., Wessels, O., Magnor, D., Badeda, J., Sauer, U. (2016) Wissenschaftliches Mess- und Evaluierungsprogramm Solarstromspeicher – Jahresbericht 2016. Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe der RWTH Aachen

Biermayr, P., Eberl, M., Enigl, M., Fechner, H., Kristöfel, C., Leonhartsberger, K., Maringer, F., Moidl, S., Schmidl, C., Strasser, C., Weiss, W., Wopienka, E, (2015), Innovative Energietechnologien in Österreich Marktentwicklung 2015. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien

Hollinger, R., Wille-Hausmann, B., Erge, T., Sönnichsen, J., Stillahn, T., Kreifels, N. (2013) Speicherstudie 2013. Kurzgutachten zur Abschätzung und Einordnung energiewirtschaftlicher, ökonomischer und anderer Effekte bei Förderung von objektgebunden elektrochemischen Speichern - Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse. Fraunhofer ISE

Bundesverband Solar e. V. (2013) Batteriespeicher – ein sinnvolles Element der Energiewende. Informationspapier des BSW-Solar, Stand: Januar 2013

Schwalbe, R., Brunner, H., Bletterie, B., Abart, A., Pointer, R., Herb, F. (2015) DG-DemoNetz – Ergebnisse aus den Feldtests zur koordinierten Spannungs-Blindleistungsregelung. 9. Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien. Wien, 11.-13. Februar 2015